

BEST AVAILABLE COPY



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑰ Gebrauchsmusterschrift  
⑩ DE 202 12 848 U 1

⑯ Int. Cl. 7:  
F 16 J 15/34

DE 202 12 848 U 1

⑪ Aktenzeichen: 202 12 848.2  
⑫ Anmeldetag: 21. 8. 2002  
⑬ Eintragungstag: 31. 10. 2002  
⑭ Bekanntmachung im Patentblatt: 5. 12. 2002

⑮ Inhaber:

Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co. KG, 82515  
Wolfratshausen, DE

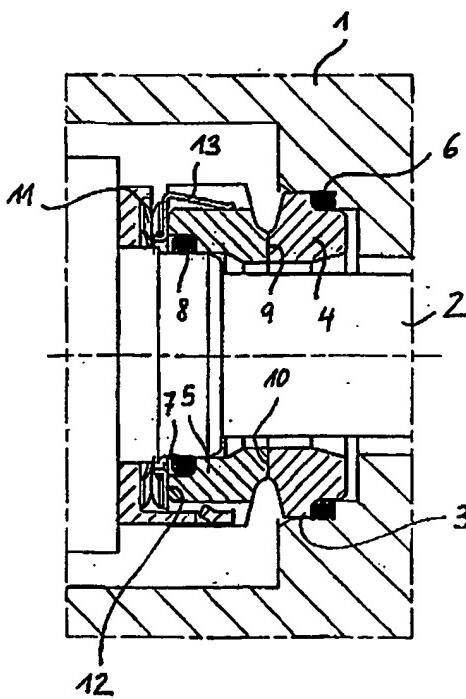
⑯ Vertreter:

Schmidt, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 80803  
München

Rechercheantrag gem. § 7 Abs. 1 GbmG ist gestellt

⑰ Gleitringdichtungsanordnung

⑱ Gleitringdichtungsanordnung mit wenigstens einem Paar mit ihnen gegenüberliegende Dichtflächen (9, 10) In dichtendem Eingriff miteinander gehaltenen Gleitringen (4, 6), von denen einer drehfest und der andere zur gemeinsamen Drehung mit einem rotierenden Bauteil vorgesehen ist, wobei beide Gleitringe aus einem SiC-Material gebildet sind, dem bei wenigstens einem der Gleitringe eine Graphitkomponente hinzugefügt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Graphitkomponente in partikulärer Form mit einem Anteil zwischen 1,0 und 4,0 Vol.%, vorzugsweise 1,5 und 3,0 Vol.%, höchstvorzugsweise 1,8 und 2,5 Vol.%, in einem SiC-Kristalle mit einer Korngrösse zwischen 5 und 1500 µm, vorzugsweise 10 und 1000 µm umfassenden SiC-Matrixmaterial vorgesehen ist.



DE 202 12 848 U 1

31.08.02

DE2547

### Gleitringdichtungsanordnung

---

Die Erfindung betrifft eine Gleitringdichtungsanordnung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft insbesondere eine Gleitringdichtungsanordnung mit selbstschmierender Eigenschaft für den Einsatz zur Abdichtung von flüssigen oder gasförmigen Medien.

Ein besonderes Einsatzgebiet einer Gleitringdichtungsanordnung nach der Erfindung ist die Abdichtung der Antriebswellen von CO<sub>2</sub>-Kompressoren für Klimaanlagen von Kraftfahrzeugen. Hierbei ist eine Grundanforderung an die Gleitringdichtungsanordnung eine lange Lebensdauer bei minimaler Leckagerate unter den herrschenden Betriebsbedingungen, die insbesondere durch hohe Drücke des abzudichtenden Mediums (CO<sub>2</sub>-Öl-Gemisch) geprägt sind. Gewöhnlich (z.B. EP-A-1 098 117) ist bei Gleitringpaarungen, bei denen einer der Gleitringe aus Gründen der verbesserten Verschleissfestigkeit und guten Wärmeleitfähigkeit aus einem durch einen Sintervorgang in eine gewünschte Form gebrachten Siliciumkarbid (SiC)-Material besteht, der damit zusammenwirkende andere Gleitring aus einem Material mit guter Gleiteigenschaft wie Graphit gebildet, um an den zusammenwirkenden Dichtflächen der Gleitringe eine selbstschmierende Eigenschaft zu erhalten. Nachteil von Gleitringen aus reinem Graphit ist deren geringe Formbeständigkeit unter den einwirkenden Kräften infolge des geringen Elastizitätsmoduls von Graphit, so dass sich diese Gleitringe leicht verformen und sich Verwerfungen einstellen können, die nicht nur eine erhöhte Leckage, sondern auch einen erhöhten Verschleiss an den Dichtflächen zur Folge haben. Es wurde schon vorgeschlagen (EP-A-1 205 695), eine Gleitringpaarung vorzusehen, bei der ein Gleitring aus einem SiC-Material und der andere aus einem SiC-Graphit-Verbundmaterial besteht. Die Graphitkomponente wird bei einem

DE 2002 12 345 U

21.08.02

Sintervorgang durch eine nur teilweise Umwandlung der Graphitphase in SiC an einer Schicht nahe der Dichtfläche gebildet. In dieser Schicht kann der Graphitgehalt zwischen 40 und 85 % betragen, was eine sehr weitgehende Graphitisierung der Dichtfläche bedeutet, die sich daher hinsichtlich Ihres Betriebsverhaltens nicht wesentlich von einer reinen Graphitfläche unterscheiden dürfte. Ferner ist es bei einer berührungslos arbeitenden Gleitringdichtungsanordnung (EP-A-0 900 959) bekannt, wenigstens einen der zusammenwirkenden Gleitringe aus einem SiC-Graphit-Verbundmaterial zu bilden. Besondere Anforderungen an die Verschleissfestigkeit der Gleitringe werden dabei nicht gestellt, da die Dichtflächen bei Betrieb ausser Berührung miteinander gehalten sind, indem zwischen diesen infolge förderwirksamer Strukturen in den Dichtflächen ein mediumgefüllter Spalt gebildet wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gleitringdichtungsanordnung der gattungsgemässen Art, bei der die Dichtflächen der zusammenwirkenden Gleitringe bei Betrieb in berührender dichtender Eingriffnahme miteinander treten können, zu schaffen, die ein verbessertes Verschleiss- und Betriebsverhalten und damit eine verlängerte Lebensdauer aufweisen und sich insbesondere für den Einsatz bei CO<sub>2</sub>-Kältekompessoren für Kraftfahrzeug-Klimaanlagen eignen soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Danach besteht wenigstens einer der zusammenwirkenden Gleitring aus einem SiC-Graphit-Verbundmaterial, bei dem die Graphitkomponente in partikulärer Form mit einem vergleichsweise niedrigen Anteil von nur zwischen 1,0 und 4,0 Vol.% in einem SiC-Kristalle mit einer bestimmten Korngrösse enthaltenden SiC-Basismaterial vorgesehen ist. Der andere Gleitring kann dagegen aus einem herkömmlichen SiC-Material gebildet sein. Vorzugsweise wird das Graphit-Verbundmaterial jedoch für beide Gleitringe vorgesehen. Wegen des hohen Anteils an SiC, der deutlich höher als bei den bekannten SiC-Graphit-Verbundmaterialien liegt, wird das Betriebsverhalten des Gleitringes durch die Graphitkomponente praktisch nicht beeinträchtigt, so dass die vorteilhaften mechanischen und thermischen Eigenschaften von SiC im Wesentlichen uneingeschränkt erhalten bleiben und sich eine erfindungsgemäss aufgebaute

DE 202 12 848 U

21.08.02

Gleitringdichtungsanordnung durch eine hohe Verschleissfestigkeit, Lebensdauer und Betriebsstabilität auszeichnet. Es wurde festgestellt, dass trotz des niedrigen Anteils an Graphit stets ein ausreichender, stabiler Schmierfilm zwischen den zusammenwirkenden Dichtflächen der Gleitringe gebildet wird, um eine übermäßige Reibung und damit verbundene Erwärmung der Gleitringe zu verhindern. Unter anderem bedeutet dies einen Betrieb der Gleitringdichtungsanordnung mit sehr geringer Leistungsaufnahme. Gleichzeitig zeichnet sich die Gleitringdichtungsanordnung durch eine hohe Leckagesicherheit aus. Beispielsweise wurde über lange Betriebszeiten eine praktisch vernachlässigbare Leckage von Öl bei einem Öl/CO<sub>2</sub>-Gemisch als abzudichtendes Medium festgestellt, während die Leckage von CO<sub>2</sub> stets deutlich unterhalb der zulässigen Grenzen blieb. Bezüglich vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung kann auf die Ansprüche verwiesen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung näher erläutert, die eine Gleitringdichtungsanordnung in längsgeschnittener Ansicht zeigt.

Mit dem Bezugszichen 1 ist in der Zeichnung fragmentarisch das Gehäuse einer abzudichtenden Gerätschaft, z.B. eines Kältemittelkompressors für die Verdichtung eines Kältemittels, wie CO<sub>2</sub>, und mit 2 eine durch eine Gehäusebohrung 3 geführte Welle, z.B. eine Kompressorantriebswelle, bezeichnet. Eine Gleitringdichtungsanordnung ist vorgesehen, um die Welle 2 gegenüber der Gehäusebohrung 3 abzudichten. Die Erfindung ist jedoch weder auf die erwähnte Anwendung bei Kältemittelkompressoren noch auf eine nachfolgend näher erläuterte spezielle Ausgestaltung der Gleitringdichtungsanordnung beschränkt.

Die Gleitringdichtungsanordnung umfasst ein Paar zusammenwirkende Gleitringe 4, 5, von denen der Gleitring 4 zur drehfesten Montage am Gehäuse 1 und der Gleitring 5 zur gemeinsamen Drehung mit der Welle 2 vorgesehen ist. In einer Nut am äusseren Umfang des drehfesten Gleitringes 4 kann ein O-Ring 6 eingelegt sein, um den

DE 202 12 648 U

21.08.02

drehfesten Gleitring 4 gegenüber der Gehäusebohrung 3 abzudichten. Der mit der Welle 2 rotierende Gleitring 5 kann eine axiale Ausnehmung 7 in seiner der Welle 2 zugewandten Umfangsfläche enthalten, in der ein O-Ring 8 eingelegt ist, der eine Abdichtung zwischen dem rotierenden Gleitring 5 und der Welle 2 schafft. Die Gleitringe 4, 5 haben einander zugewandte radiale Dichtflächen 9, 10, die durch eine, den rotierenden Gleitring 5 mit einer axialen Vorspannkraft gegen den drehfesten Gleitring 4 beaufschlagenden Vorspanneinrichtung 11 in dichtendem Eingriff miteinander gehalten sind.

Die Vorspanneinrichtung 11 kann eine Teller- oder Wendelfeder umfassen, die sich mit einem axialen Ende an einem am rotierenden Gleitring 5 mittels eines Clips 13 befestigten Stützring 12 abstützt. Der Stützring 12 kann das äussere axiale Ende der den O-Ring 8 aufnehmenden Ausnehmung 7 überdecken, so dass der O-Ring 8 an einem Herausgelangen aus der Ausnehmung 7 gehindert ist.

Der vorbeschriebene Aufbau der Gleitringdichtungsanordnung ist aus der DE-U-201 20 966 grundsätzlich bekannt, so dass auf diese Druckschrift bezüglich weiterer Details verwiesen werden kann.

Erfundungsgemäß sind beide Gleitringe 4, 5 aus einem Siliziumkarbid (SiC) als Basis enthaltenen Material gebildet. Dieses Material hat gleichzeitig eine hohe inhärente Steifigkeit, gute Verschleissfestigkeit, gute Wärmebeständigkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit. Dem SiC-Basismaterial ist eine Graphitkomponente mit einem bestimmten Anteil hinzugefügt, um eine selbstschmierende Eigenschaft zu erhalten bzw. bei Betrieb zwischen den in Eingriff miteinander stehenden Dichtflächen 9, 10 einen Schmierfilm zu erzeugen.

Es wurde erfundungsgemäß festgestellt, dass das SiC-Basismaterial aus plättchenförmigen SiC-Kristallen mit einer bestimmten Korngrösse zusammengesetzt oder wenigstens in einem feinkörnigem SiC-Matrixmaterial ein gewisser Anteil solcher

DE 202 12 846 U

21.08.02

grobkörniger SiC-Kristalle enthalten sein sollte. Dadurch erhält das SiC-Basismaterial eine bestimmte geeignete Porösität, die beispielsweise etwa 2 Vol.% betragen kann, um Poren für die Aufnahme einer Graphitkomponente zu schaffen. Eine Porengröße zwischen 30 und 150 µm wird bevorzugt.

Die maximale Ausdehnung der SiC-Kristalle sollte zwischen 5 und 1500 µm, vorzugsweise 10 und 1000 µm betragen. Geeignete Techniken zur Züchtung derartiger SiC-Kristalle sind dem Fachmann bekannt und bedürfen an dieser Stelle daher keiner näheren Erläuterung.

Der Anteil der Graphitkomponente in dem SiC-Basismaterial beträgt zwischen 1,0 und 4,0 Vol.%, vorzugsweise 1,5 und 3,0 Vol.%, höchstvorzugsweise 1,8 und 2,5 Vol.%. Obschon die Graphitkomponente auf einen Querschnittsbereich nahe den Dichtflächen 9, 10 beschränkt sein könnte, während die übrigen Querschnittsbereiche der Gleitringe 4, 5 im Wesentlichen graphitfrei ausgebildet sein könnten, wird wegen der einfacheren Formung der Gleitringe 4, 5 eine gleichmäßige Verteilung der Graphitkomponente über den gesamten Ringquerschnitt bevorzugt.

Infolge der Einlagerung von Graphit in den Poren des SiC-Basismaterials liegt dieses in Partikelform ohne chemische Bindung mit dem SiC des Basismaterials vor. Die Größe der Graphitpartikel sollte zwischen 20 und 200 µm, vorzugsweise 40 und 150 µm, höchstvorzugsweise 50 und 120 µm, betragen.

Die Dichtflächen 9, 10 der Gleitringe 4, 5 mit dem vorerwähnten inneren Aufbau werden nach bekannten Glättungstechniken, wie Schleifen, Läppen, auf ein Rauhigkeitsmaß  $R_a$  im Bereich von 0,1 bis 0,4 µm, vorzugsweise 0,15 bis 0,3 µm, höchstvorzugsweise 0,25 µm bearbeitet. Zur näheren Definition des Rauhigkeitsmaßes  $R_a$  und Methoden zu dessen Bestimmung kann auf die DIN-Norm 13565 verwiesen werden.

DE 202 12 848 U

21.08.02

Für die Herstellung von Gleitringen aus dem vorerwähnten SiC-Graphit-Verbundmaterial können bekannte Techniken herangezogen werden. Eine derartige Technik besteht darin, SiC-Körner, die wenigstens einen Anteil an SiC-Kristallen der vorerwähnten Grösse enthalten, und Graphit-Partikel mit dem vorerwähnten Anteil, ggf. unter Hinzufügung eines geeigneten Sinterhilfsmittels, wie Bor oder Aluminium, miteinander zu vermischen und zu einer der gewünschten Gleitringkonfiguration entsprechenden Gestalt zu verpressen bzw. zu verdichten. Der erhaltene Pressling wird dann in einem Ofen bis auf eine geeignet hohe Temperatur erhitzt, bei der die SiC-Körner zu einer porösen Mikrostruktur sintern bzw. „zusammenbacken“, wobei sich die Poren mit freien Graphitpartikeln füllen. Die Grösse der Poren hängt u.a. von der Grösse der verwendeten SiC-Kristalle in der körnigen Ausgangsmischung ab, die, wie vorerwähnt, zwischen 5 und 1500 µm, vorzugsweise 10 und 1000 µm betragen sollte.

Beispiel:

Eine Gleitringdichtungsanordnung mit einem Aufbau, wie er in der Zeichnung gezeigt ist, zur Abdichtung einer Welle mit einem Nenndurchmesser von 13 mm umfasste ein Paar erfindungsgemäße Gleitringe aus einem SiC-Graphit-Verbundmaterial mit folgenden Parametern:

Härte: 2500 [HV 0,5]

E-Modul: 410 [Gpa]

Wärmeleitfähigkeit: 110 [W/mK]

Wärmeausdehnungs-Koeffizient: < 5,5 [ $10^{-6}/\text{K}$ ]

Korngrösse SiC-Kristalle  
in Plattenform: variierend zwischen 10 und 1000 [µm]

Anteil Graphit: 2,2 [Vo.%]

Partikelgrösse Graphit: variierend zwischen 50 und 120 [µm]

Rauhigkeit  $R_a$

DE 202 12 848 U

**Ansprüche**

1. Gleitringdichtungsanordnung mit wenigstens einem Paar mit ihren gegenüberliegenden Dichtflächen (9,10) in dichtendem Eingriff miteinander gehaltenen Gleitringen (4,5), von denen einer drehfest und der andere zur gemeinsamen Drehung mit einem rotierenden Bauteil vorgesehen ist, wobei beide Gleitringe aus einem SiC-Material gebildet sind, dem bei wenigstens einem der Gleitringe eine Graphitkomponente hinzugefügt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Graphitkomponente in partikularer Form mit einem Anteil zwischen 1,0 und 4,0 Vol.%, vorzugsweise 1,5 und 3,0 Vol.%, höchstvorzugsweise 1,8 und 2,5 Vol.%, in einem SiC-Kristalle mit einer Korngrösse zwischen 5 und 1500 µm, vorzugsweise 10 und 1000 µm umfassenden SiC-Matrixmaterial vorgesehen ist.
2. Gleitringdichtungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korngrösse der Graphitpartikel zwischen 20 und 200 µm, vorzugsweise 40 und 150 µm, höchstvorzugsweise 50 und 120 µm beträgt.
3. Gleitringdichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtflächen (9,10) der Gleitringe (4,5) auf ein Rauigkeitsmass  $R_a$  zwischen 0,1 und 0,4 µm, vorzugsweise 0,15 und 0,3 µm, höchstvorzugsweise 0,25 µm bearbeitet sind.
4. Gleitringdichtungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass beide Gleitringe (4,5) gleichartig ausgebildet sind.
5. Gleitringdichtungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass nur einer der Gleitringe (4,5) die Graphitkomponente aufweist.

DE 2002 12 848 U

21.06.02

der Dichtfläche: 0,25 [µm]

Die Versuche wurden praxisnah mit einem CO<sub>2</sub>/Öl-Gemisch als abzudichtendes Medium bei einer Temperatur zwischen -40°C bis +200°C, einem Betriebsdruck von 4-7 Mpa und einer Drehzahl von 750 min<sup>-1</sup> durchgeführt. Die Versuche ergaben eine minimale Leckage über eine Betriebszeit von 2000 h an Öl von 1g und CO<sub>2</sub> von 25g. Dies bestätigt, dass über der gesamten Betriebszeit praktisch keine Funktionsminderung stattgefunden hat. Bei einer Überprüfung der Beschaffenheit der Dichtfläche am Ende der Betriebszeit konnte praktisch kein Verschleiss festgestellt werden. Beide Faktoren sind ein deutliches Indiz für ein verformungsfreies Zusammenwirken der Gleitringe, was einerseits auf die gute Formstabilität des verwendeten SiC-Graphit-Verbundmaterials und andererseits auf dessen ausreichender Schmierwirkung zurückzuführen ist. Es wurden darüber hinaus nur sehr geringe Verluste durch Reibung zwischen den Dichtflächen gemessen. Diese betrugen bei Betriebsdrehzahlen bis ca. 2500 min<sup>-1</sup> nur 50% oder weniger als die gemessenen Verluste bei einer herkömmlichen verschleissfesten Wolframkarbid/Siliciumkarbid-Materialpaarung der Gleitringe unter ansonsten gleichen Betriebsbedingungen.

Obschon die Erfindung vorausgehend anhand einer Ausführungsform beschrieben wurde, bei der beide Gleitringe aus dem erfindungsgemäßen SiC-Graphit-Verbundmaterial gebildet sind, könnte dieses auch – unter Inkaufnahme eines geringfügig herabgesetzten, jedoch für gewisse Anwendungsfälle ohne Weiteres akzeptablem Betriebsverhalten – bei nur einem der Gleitringe, vorzugsweise dem rotierenden Gleitring vorgesehen sein, während der drehfeste Gleitring aus einem herkömmlichen SiC-Material bestehen könnte. Im Rahmen der Erfindung liegt ferner ein Austausch des Graphitmaterias durch ein Material mit vergleichbarer tribologischer Eigenschaft, sofern dieses in der erwähnten Weise in ein SiC-Basismaterial eingebracht werden kann.

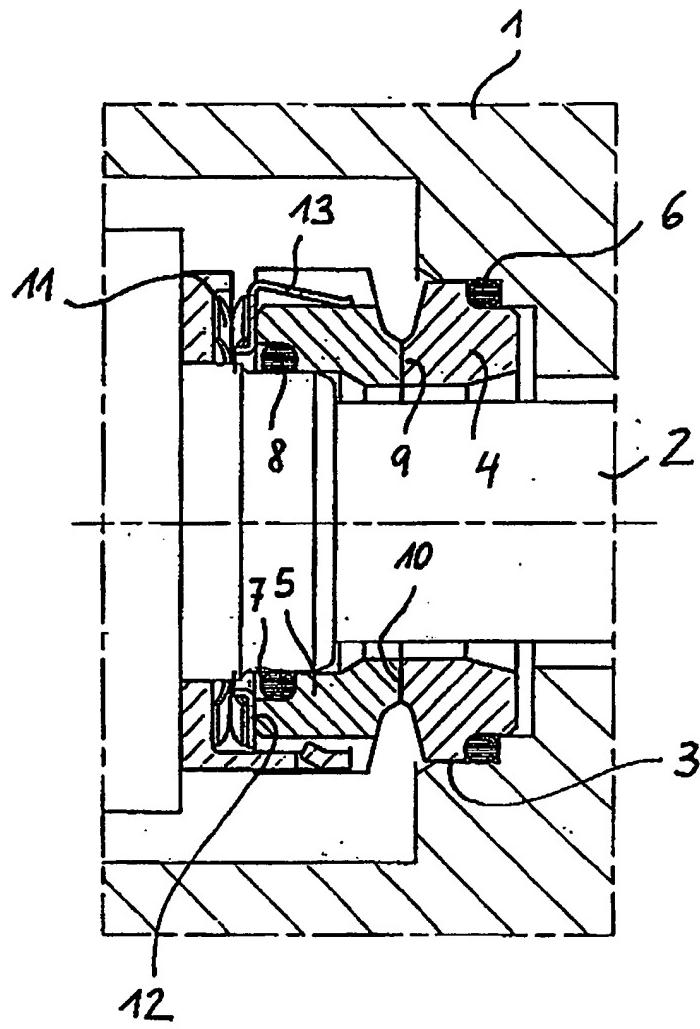
DE 202 12 848 U

31.08.02

6. Gleitringdichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die SiC-Kristalle in im Wesentlichen Plättchenform vorgesehen sind.
7. Gleitringdichtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Graphitkomponente im Wesentlichen gleichmässig in dem SiC-Material verteilt ist.

DE 202 12 048 U

21.08.02



DE 202 12 648 U

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**